

**Microprocessor-based control system for overlapping sheets in rotary printer**

- has two linear arrays of optical radiation emitters located above sheets, each array transverse to path of sheet, with corresponding detectors below, to generate transmitted intensity values for fuzzy logic unit

**Patent number:** DE4233855

**Publication date:** 1994-04-14

**Inventor:** KUGEL MATHIAS (DE); KELLER REINHARD (DE)

**Applicant:** LEUZE ELECTRONIC GMBH & CO (DE)

**Classification:**

- international: B65H7/12; B65H7/12; (IPC1-7): B65H7/12; B65H5/24

- european: B65H7/12

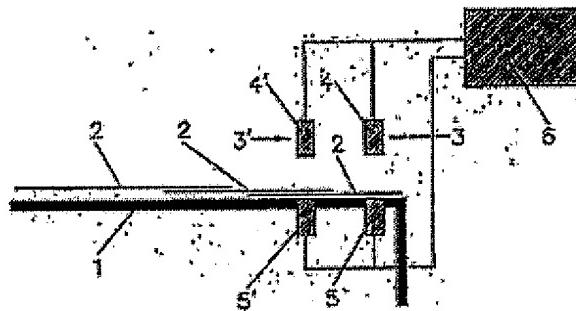
**Application number:** DE19924233855 19921008

**Priority number(s):** DE19924233855 19921008

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE4233855**

Sheets of variable material paper are extracted from a stack and are laid on the table (1) of a rotary printer such that some overlap occurs. The detection of overlap and single sheet sections needed for the following process is achieved with the aid of two arrays of optical sensors (4',4) providing outputs dependent upon the paper density. Because of the varying material characteristics, a definite rule on which to base the decision is inappropriate. A set of knowledge-based rules implemented in fuzzy logic form are used as the basis of a microprocessor-controller (6). ADVANTAGE - Identifies overlap of sheets made of greatly-varying range of materials of sheet.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



⑩ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# ⑫ Patentschrift

## ⑬ DE 42 33 855 C 2

⑪ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 65 H 7/12**

- ⑭ Aktenzeichen: P 42 33 855.7-27
- ⑮ Anmeldetag: 8. 10. 92
- ⑯ Offenlegungstag: 14. 4. 94
- ⑰ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 30. 4. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:

Leuze electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

⑭ Erfinder:

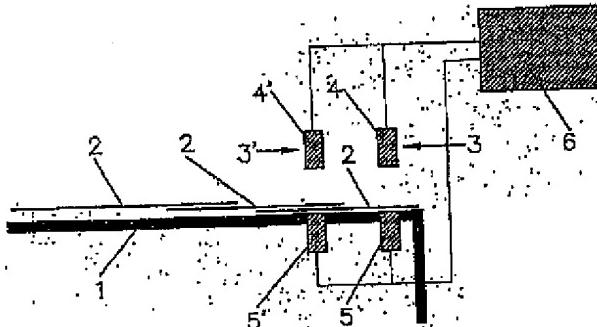
Kugel, Mathias, 7312 Kirchheim, DE; Keller, Reinhard, 7312 Kirchheim, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 30 15 297 C2  
DE-Z.: Technische Rundschau, Heft 24,  
S. 60-65, 1992;  
JP 3-23 159 A, in: Patents Abstr. of  
Japan, Sect. M, Vol. 15 (1991),  
Nr. 146 (M-1102);

⑭ Verfahren zur Kontrolle von Bögen

- ⑮ Verfahren zur Kontrolle von Bögen (2), die von einem Stapel vereinzelt in eine bogenverarbeitende Maschine eingezogen werden, wobei zur Kontrolle und zum Erkennen von Inhomogenitäten der Bögen (2) an der bogenverarbeitenden Maschine durch optische Messung der Bögen (2) erzeugte Meßwerte verwendet werden, wobei als Meßwerte die Bögen (2) durchdringende Lichtmengen dienen und die Auswertung der Meßwerte mit einem Fuzzy-Logik-Modell erfolgt, wobei die Meßwerte linguistische Variable des Fuzzy-Logik-Modells bilden.



**DE 42 33 855 C 2**

**DE 42 33 855 C 2**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle von Bögen, die von einem Stapel vereinzelt in eine bogenverarbeitende Maschine eingezogen werden, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren zur Kontrolle von Bögen ist aus der DE-PS 30 15 297 bekannt, wobei die bogenverarbeitende Maschine als Rotationsdruckmaschine zum Bedrucken von Papierbögen ausgebildet ist. Die Bögen werden auf einem Anlegetisch in Schuppenformation an die Rotationsdruckmaschine herangeführt. Voraussetzung für einen fehlerfreien Betrieb ist, daß die Bögen jeweils einzeln in die Rotationsdruckmaschine eingeführt werden.

Die hierfür erforderliche Kontrollfunktion eines Meßwertgebers besteht im wesentlichen in der Erkennung von Einfach- und Doppelbögen. Hierfür ist der Meßwertgeber als binärer Sensor mit variabler Schaltpunkteinstellung ausgebildet. Die Schaltpunkteinstellung definiert eine Ansprechschwelle, die den Meßbereich des Meßwertgebers in zwei Teilbereiche aufteilt, wobei die von einem Einfachbogen empfangenen Meßwerte in einem Teilbereich und die von einem Doppelbogen empfangenen Signale im anderen Teilbereich liegen.

Nachteilig bei dieser Anordnung ist, daß für verschiedene Papiersorten die Ansprechschwelle nachjustiert werden muß. Dies geschieht üblicherweise manuell und ist mit oftmals erheblichen Justierarbeiten verbunden, die nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden können. Doch selbst nach erfolgter Justage sind häufig weitere Korrekturen der Schaltpunkteinstellung durchzuführen.

Der Grund hierfür liegt in der Inhomogenität der Papierbögen. Bereits bedruckte Bögen weisen aufgrund der Aufdruckestark schwankende Oberflächeneigenschaften auf. Zudem kann die Dichte der Bögen selbst sehr stark variieren. Diese Inhomogenitäten führen zu starken Schwankungen in den Meßwerten, so daß eine Unterscheidung von Doppelbögen und Einfachbögen nur noch mit großen Fehlerraten durchgeführt werden kann. Im Extremfall kann für bestimmte Sorten von Bögen eine Doppelbogenkontrolle dieser Art überhaupt nicht mehr durchgeführt werden.

In der Zeitschrift "Technische Rundschau", Heft 24, Seite 60-65, 1992 wird ein Überblick über die Einsatzmöglichkeiten der Fuzzy-Logik im industriellen Bereich gegeben. Die dort beschriebenen Anwendungen betreffen komplexe Regelungssysteme. Dort weisen Fuzzy-Logik Systeme gegenüber nichtlinearen Regelungssystemen aufgrund ihrer mathematisch einfacheren Handhabbarkeit Vorteile auf.

Aus der JP 3-23 159 (A) ist eine Vorrichtung bekannt mittels derer die Geschwindigkeit von auf Rollenbändern transportierten Papierblätter, wie z. B. Banknoten, kontrolliert wird.

Die Geschwindigkeitskontrolle erfolgt mittels einer Fuzzy-Logik-Regeleinheit, welche auf einer zentralen Rechnereinheit installiert ist. Als Regelparameter werden die Neigung der Papierblätter, Intervall-Abweichungen von einem Referenzintervall sowie die Länge und Geschwindigkeit der transportierten Papierblätter erfaßt. In Abhängigkeit der aktuellen Werte der Regelparameter wird die optimale Transportgeschwindigkeit für die Papierblätter errechnet. Mit dem errechneten Wert wird ein Motor angesteuert, welcher die Rollenbänder antreibt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren der eingangs genannten Art eine fehlerfreie Kontrolle der Bögen für ein möglichst breites Spektrum von verschiedenen Bogenmaterialien und Bogenbeschaffenheiten zu ermöglichen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 6 gelöst.

Aufgrund der Inhomogenitäten der Bögen weisen die Meßwerte eine gewisse Streubreite auf. Daher führt die Definition einer festen Ansprechschwelle, mittels derer Meßwerte beispielsweise in Einfach- und Doppelbogensignale klassifiziert werden, oftmals zu hohen Fehlerraten.

Beim erfahrungsgemäßen Verfahren werden daher die Meßwerte ohne Einführung einer Ansprechschwelle im Rahmen eines Fuzzy-Logik-Modells ausgewertet. Dabei gehen die Meßwerte als linguistische Variable in das Fuzzy-Logik-Modell ein. Der Unsicherheit der Meßwerte wird dadurch Rechnung getragen, daß den linguistischen Variablen ein Unschärfegrad, der über Zugehörigkeitsgrade für die Terme der linguistischen Variablen definiert wird, zugeordnet wird.

Die linguistischen Variablen für die Meßwerte werden über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft. Das Ergebnis dieser Regeln besteht in einer Klassifizierung der Meßwerte in Einfach- und Mehrfachbogensignale, wobei vorteilhaftweise die Streuung der Meßwerte aufgrund der Bogeninhomogenitäten durch geeignete Definition der linguistischen Variablen und der Fuzzy-Logik-Regeln berücksichtigt wird. Zudem werden die Fuzzy-Logik-Regeln in Abhängigkeit der Absolutwerte der von den Empfängern erfaßten Lichtintensitäten definiert.

Durch die Verwendung einer Fuzzy-Logik-Einheit kann das eingangs beschriebene Konzept einer Ansprechschwelle für die Meßwertgeber aufgegeben werden. Die durch die Inhomogenitäten verursachten Unsicherheiten der Meßwerte können mit der Fuzzy-Logik-Einheit systematisch erfaßt werden.

In einer vorteilhaften, an die Auswertung mit der Fuzzy-Logik-Einheit angepaßten Ausführungsform ist die bogenverarbeitende Maschine als Rotationsdruckmaschine ausgebildet, wobei die Bögen auf einem Anlegetisch in Schuppenformation an die Rotationsdruckmaschine herangeführt werden. Dabei sind die Meßwertgeber als aus jeweils einem Sender und einem Empfänger bestehende optische Sensoren ausgebildet. Als Meßwert dient der die Bögen durchdringende Teil des Sendelichts. Zweckmäßigerweise sind jeweils drei Meßwertgeber entlang einer Geraden quer zur Bewegungsrichtung der Bögen angeordnet, wobei bei fehlerfreiem Betrieb der bogenverarbeitenden Maschine die ersten drei entlang einer Geraden angeordneten Meßwertgeber auf einen Einfachbogen und die restlichen drei Meßwertgeber entlang einer zweiten Geraden angeordnet und auf einen Doppelbogen gerichtet sind.

Durch diese Anordnung können die Signale für Einfach- bzw. Doppelbögen mit jeweils drei Meßwertgebern erfaßt und separat ausgewertet werden. Dadurch können die für die Bogenkontrolle relevanten Materialparameter, insbesondere Inhomogenitäten von Bögen, die aufgrund verschiedener Aufdrucke oder aufgrund von Dichteschwankungen auftreten, sowie die Differenzen der Meßwerte für Einfach- und Doppelbögen, erfaßt und der Fuzzy-Logik-Einheit zugeführt werden.

Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn auf der Rotationsdruckmaschine eine Vielzahl verschiedenartiger Bögen verarbeitet werden soll. In diesem Fall ist die Beschaffung zuverlässiger Modellparameter sehr zeitaufwendig und erfordert ein fundiertes Wissen über die Materialeigenschaften der Bögen. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß zeitaufwendige Einstell- bzw. Justagearbeiten an der bogenverarbeitenden Maschine entfallen.

Vorteilhaftweise sind die Sendelichtintensitäten der Meßwertgeber über Fuzzy-Logik-Regeln einstellbar. Durch die Optimierung der Sendelichtintensität kann die Qualität

der Bogenkontrolle weiter verbessert werden.

Zweckmäßigerweise ist die Fuzzy-Logik-Einheit in einem Mikroprozessor integriert und mit der Steuereinheit der Rotationsdruckmaschine verbunden, so daß die in der Fuzzy-Logik-Einheit berechneten Ergebnisse für die Steuerung der Rotationsdruckmaschine verwendet werden können.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert:

Fig. 1 Ein Anlegetisch einer Rotationsdruckmaschine im Längsschnitt,

Fig. 2 ein Anlegetisch einer Rotationsdruckmaschine in der Draufsicht,

Fig. 3 Zugehörigkeitsgrade für die linguistische Variable Transmissionsgrad,

Fig. 4 Zugehörigkeitsgrade für die linguistische Variable Intensitätswert,

Fig. 5 Zugehörigkeitsgrade für die linguistische Variable Intensitätskorrektur,

Fig. 6 Zugehörigkeitsgrade für die Ausgangsgröße des Fuzzy-Logik-Modells,

Fig. 7 Blockschaltbild des Fuzzy-Logik-Modells,

Fig. 8 Gültigkeitsgrade der Fuzzy-Logik-Regeln, die die Transmissionsgrade T1 und T2 für zwei Meßwertgeber verbinden und auf den Wert MK der Variablen TE führen, bei großem (a), mittelgroßem (b), kleinem (c) Intensitätswert.

Fig. 9 Gültigkeitsgrad der Fuzzy-Logik-Regeln, die die Variablen TE und TD mit der Ausgangsgröße verbinden, mit

a) Ausgangsgröße = korrekt

b) Ausgangsgröße = Fehler

c) Ausgangsgröße = Fehler

In Fig. 1 und 2 ist ein am Einlauf einer in den Zeichnungen nicht dargestellten Rotationsdruckmaschine angeordneter Anlegetisch 1 dargestellt. Bögen 2 verschiedener Qualität werden von Stapeln vereinzelt und in Schuppenform auf den Anlegetisch 1 in die Rotationsdruckmaschine eingezogen.

Um einen fehlerfreien Betrieb der Rotationsdruckmaschine zu gewährleisten, müssen die Bögen 2 einzeln vom Anlegetisch 1 abgezogen werden. Zur Kontrolle des Einzugs der Bögen 2 in die Rotationsdruckmaschine sind an dem am Einlauf der Rotationsdruckmaschine zugewandten Ende des Anlegetisches 1 jeweils drei Meßwertgeber 3, 3' in einer Geraden quer zur Bewegungsrichtung der Bögen 2 angeordnet.

Dabei sind drei in einer Geraden angeordnete Meßwertgeber 3 in einem Bereich des Anlegetisches 1 angeordnet, in dem bei fehlerfreiem Betrieb der Rotationsdruckmaschine nur ein Bogen 2 auf dem Anlegetisch 1 aufliegt. Im folgenden wird die Meßwertaufnahme dieser Meßwertgeber 3 daher Einfachbogenmessung genannt. Entsprechend wird die Meßwertaufnahme mit den Meßwertgebern 3' Doppelbogenmessung genannt, da die Meßwertgeber 3' bei fehlerfreiem Betrieb auf einen Doppelbogen gerichtet sind.

Die Meßwertgeber 3, 3' sind als optische Sensoren ausgebildet und bestehen jeweils aus einem oberhalb der Bögen 2 angeordneten Sender 4, 4' und einem unterhalb der Bögen 2 angeordneten Empfänger 5, 5'. Mit dieser Anordnung wird das die Bögen 2 durchdringende Sendelicht erfaßt und in einer Fuzzy-Logik-Einheit 6 ausgewertet. Die Fuzzy-Logik-Einheit 6 ist vorzugsweise in einem Mikroprozessor integriert und Bestandteil der Steuerung der Rotationsdruckmaschine.

Der Abzug eines Doppelbogens vom Anlegetisch 1 wird von der Fuzzy-Logik-Einheit 6 als Fehler erkannt und an die Steuerung der Rotationsdruckmaschine als Fehlermel-

dung weitergeben, so daß diese gegebenenfalls angehalten werden kann.

Die Auswertung der Meßwerte erfolgt mit Hilfe eines Fuzzy-Logik-Modells. Die linguistischen Variablen des Fuzzy-Logik-Modells sind im wesentlichen die von den Meßwertgebern 3, 3' erfaßten Meßwerte. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Meßwerte in Absolutgrößen und normierte Größen zu unterteilen.

Als Absolutgröße geht der Intensitätswert I, der als Mittelwert der von den drei Empfängern 5 der Meßwertgeber 3 für die Einfachbogenmessung erfaßten Lichtintensitäten definiert ist, in das Fuzzy-Logik-Modell ein.

Die von den Empfängern 5, 5' erfaßten Lichtintensitäten werden jeweils auf den Intensitätswert I normiert und geben als Transmissionsgrade T1-T6 in das Fuzzy-Logik-Modell ein.

Die Transmissionsgrade spiegeln die lokalen Lichtabsorptionseigenschaften der Bögen 2 wieder, während der Intensitätswert eine integrale Größe darstellt, die im wesentlichen Informationen über die mittlere Dicke der Bögen 2 enthält.

Die Wertebereiche der linguistischen Variablen werden jeweils in mehrere Terme unterteilt. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, für die linguistische Variable Transmissionsgrad, wie in Fig. 3 dargestellt, sechs Terme zu definieren: SK (sehr klein), K (klein), MK (klein bis mittelgroß), M (mittelgroß), MG (mittelgroß bis groß), G (groß) und SG (sehr groß). Der Wertebereich der Variablen Intensitätswerte (Fig. 4) ist in die Terme K (klein), M (mittelgroß), G (groß) unterteilt.

Zur Korrektur der Sendelichtintensitäten der Meßwertgeber 3, 3' dient die linguistische Variable Intensitätskorrektur. Sie weist dieselben Terme wie die Variable Intensitätswert auf (Fig. 5).

Das Fuzzy-Logik-Modell soll eine Unterscheidung ermöglichen, ob Einfach- und Mehrfachbögen vom Anlegetisch 1 abgezogen werden. Zweckmäßigerweise weist demnach die in Fig. 6 dargestellte Ausgangsgröße des Fuzzy-Logik-Modells die Terme korrekt und Fehler auf. Dabei sind in dem Term Fehler die Fälle eines Abzugs von Mehrfachbögen in beliebiger Vielfachheit vom Anlegetisch 1 enthalten. Dies wird insbesondere dadurch gewährleistet, daß der Wertebereich des Terms SK der Transmissionsgrade auch den Wert "0" einschließt. Dadurch wird der Fall erfaßt, daß, wenn an den Empfängern 5 kein Sendelicht erfaßt wird, die Schichtdicke der Bögen 2 demnach entsprechend groß ist.

Des Weiteren soll das Fuzzy-Logik-Modell eine Bewertungsmöglichkeit liefern, ob aufgrund der Streuungen der Meßwerte eine fehlerfreie Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbögen prinzipiell möglich ist, d. h. ob die Meßwerte plausibel sind. Hierfür ist bei der Ausgangsgröße der Term undefiniert vorgesehen.

Die Werte der linguistischen Variablen sind mit einem Unschärfegegrad versehen, der über Zugehörigkeitsgrade als Modellparameter in das Fuzzy-Logik-Modell eingeht. Für jeden Term der linguistischen Variablen ist ein derartiger Zugehörigkeitsgrad definiert, wie aus Fig. 3-6 ersichtlich ist. Über die Zugehörigkeitsgrade erfolgt eine Zuordnung der von den Meßwertgebern 3, 3' erfaßten Meßwerte zu einem oder mehreren der Terme der linguistischen Variablen Transmissionsgrad bzw. Intensitätswert.

In Fig. 7 ist das Fuzzy-Logik-Modell für die Bogenkontrolle schematisch dargestellt. In der ersten Stufe des Fuzzy-Logik-Modells werden die Transmissionsgrade T1, T2, T3, die von den Meßwertgebern 3 der Einfachbogenmessung erfaßt werden, getrennt von den Transmissionsgraden T4, T5, T6 für die Doppelbogenmessung ausgewertet.

Die Auswertung erfolgt in Abhängigkeit des Intensitäts-

wertes I.

In Fig. 8 sind die bei der Auswertung der Einfachbogenmessung verwendeten Fuzzy-Logik-Regeln aufgeführt. Jede Fuzzy-Logik-Regel weist jeweils eine Vorbedingung für die Variablen T1 und T2 sowie eine Vorbedingung für den Intensitätswert I auf.

Die Vorbedingungen für T1, T2 und I werden mit einem Fuzzy-Logik-Operator verknüpft. Zweckmäßigerweise wird der Minimum-Operator verwendet, was im wesentlichen einer logischen UND-Verknüpfung entspricht. Diese Operation führt als Schlussfolgerung auf eine linguistische Variable TE, die zweckmäßigerweise ebenso wie die Transmissionsgrade T1, T2 und T2 die in Fig. 3 dargestellte Termstrukturen aufweist und als Zwischenergebnis den Transmissionsgrad der Einfachbogenmessung bildet.

Beispielsweise führt in Fig. 8a die Verknüpfung der Vorbedingungen

WENN T 1 = MK  
WENN T 2 = MK  
WENN I = G

mit dem Minimum-Operator zum Wert MK der Variablen TE.

Entsprechend den Zugehörigkeitsgraden der linguistischen Variablen T1, T2 und I ergibt sich bei Anwendung des Minimum-Operators ein bestimmter Grad der Erfülltheit der Vorbedingung.

Zur Bestimmung des Grades der Erfülltheit einer Schlussfolgerung wird eine Inferenz-Operation angewandt. Zweckmäßigerweise wird die Methode der MAX-PROD-Inferenz angewandt. Bei dieser Methode wird der Grad der Erfülltheit einer Schlussfolgerung als Produkt des Grades der Erfülltheit der Vorbedingungen und des Grades der linguistischen Variablen der Schlussfolgerung, im vorliegenden Fall für die Variablen TE, definiert.

Prinzipiell können alle Terme der Eingangsvariablen über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft werden. Nicht jede dieser Kombinationen führt jedoch zu einem plausiblen Ergebnis. Daher werden die Fuzzy-Logik-Regeln mit einem variablen Gültigkeitsgrad versehen. Vollkommen unplatible Regeln erhalten den Gültigkeitsgrad 0 und werden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Diese Regeln sind in den Fig. 8 und 9 als schwarze Felder gekennzeichnet.

Vollkommen plausible Regeln erhalten den Gültigkeitsgrad 1 und sind als weiße Felder gekennzeichnet. Der Gültigkeitsgrad kann zwischen den Werten 0 und 1 jeden beliebigen Wert annehmen. Je nach Gültigkeitsgrad sind die entsprechenden Felder in Fig. 8 und 9 mit einer schwarz-weißen Schraffur gekennzeichnet.

Über den variablen Gültigkeitsgrad der Fuzzy-Logik-Regeln werden die Streuungen der Meßwerte aufgrund der Inhomogenitäten der Bögen 2 erfaßt. In den Fig. 8a-c sind alle voll gültigen Fuzzy-Logik-Regeln, die auf den Term MK der Variablen TE führen, weiß dargestellt. Für einen großen Intensitätswert I (Fig. 8a) ist dies nur dann der Fall, wenn beide Transmissionsgrade T1 und T2 den Wert MK aufweisen.

Dagegen führen bei mittelgroßem (Fig. 8b) bzw. kleinem (Fig. 8c) Intensitätswert I auch Kombinationen der Werte MK und K, MK und M der Variablen T1 und T2 zu teilweise gültigen (Fig. 8b) bzw. gültigen (Fig. 8c) Fuzzy-Logik-Regeln für den Wert MK und T2.

Im Ergebnis nimmt die Zahl der gültigen Regeln sowie der Grad deren Gültigkeit mit abnehmendem Intensitätswert I zu. Damit wird berücksichtigt, daß für die im vorliegenden Modell berücksichtigten Bogenmaterialien die Inhomogenitäten der Bögen 2 mit zunehmender Dicke zunehmen, die

Messungen der Transmissionsgrade demzufolge mit einer größeren Unsicherheit behaftet sind.

Der Grad der Gültigkeit der Fuzzy-Logik-Regeln bestimmt auch die Zugehörigkeitsgrade der Terme der Variablen TE. Demzufolge kann aus deren Zugehörigkeitsgraden der Grad der Plausibilität der Ergebnisse der Fuzzy-Logik-Regeln bestimmt werden. Je größer der Zugehörigkeitsgrad der Terme von TE, desto plausibler sind die Fuzzy-Logik-Regeln. Als Kenngröße dieser Plausibilitätsprüfung wird die linguistische Variable PE verwendet.

Die Variable PE weist lediglich einen Term auf, dem das Minimum der Zugehörigkeitsgrade der Terme von TE zugeschrieben wird.

Die Auswertung der Doppelbogenmessung erfolgt auf dieselbe Weise wie die Auswertung der Einfachbogenmessung. Lediglich die Gültigkeitsgrade der Fuzzy-Logik-Regeln sind an die kleineren Werte der Transmission T4, T5, T6 angepaßt. Die Zwischenergebnisse bilden die linguistischen Variablen TD und PD in Analogie zu TE und PE.

In der zweiten Stufe der Auswertung wird die Doppelbogenkontrolle durchgeführt, d. h. es wird untersucht, ob an dem der Rotationsdruckmaschine zugewandten Ende des Anlegetisches 1 ein Doppelbogen aufliegt. Hierzu werden die Variablen PE, TE, PD und TD über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft.

Zunächst werden die Variablen TE und TD der Einfach- und Doppelbogenmessung mit der Ausgangsgröße über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft. Die Terme "korrekt" und "Fehler" der Ausgangsgröße unterscheiden, ob ein Einfach- oder ein Mehrfachbogen vom Anlegetisch 1 abgezogen wird.

Wird bei fehlerfreiem Betrieb der Rotationsdruckmaschine nur ein Einfachbogen vom Anlegetisch abgezogen, so muß von den Meßwertgebern 3 der Einfachbogenmessung ein Einfachbogen und von den Meßwertgebern 3 der Doppelbogenmessung ein Doppelbogen erfaßt werden. Dies bedeutet, daß die Werte für TE größer als die Werte TD sein müssen, um bei der Ausgangsgröße den Wert "korrekt" zu erhalten. Dies ist in Fig. 9a dargestellt. Ist dagegen TE kleiner als TD, so liegt mit Sicherheit ein Fehler vor (Fig. 9c). In Fig. 9a weisen die Fuzzy-Logik-Regeln einen variablen Gültigkeitsgrad auf. Eine Regel ist dann voll gültig, wenn TE deutlich größer als TD ist.

Ist jedoch TE nur geringfügig größer als TD, so ist die entsprechende Regel nur teilweise gültig, da in diesem Fall die Unterschiede von TE und TD auf Meßwertschwankungen beruhen können.

In Fig. 9b ist der Fall aufgeführt, daß TE und TD dieselben Werte aufweisen. Mit großer Wahrscheinlichkeit liegt demzufolge sowohl bei der Einfach- als auch bei der Doppelbogenmessung ein Doppelbogen vor. Dies führt auf den Ausgangszustand Fehler.

Zweckmäßigerweise werden die Vorbedingungen für TE und TD in Fig. 9a und 9c mit dem Minimum-Operator verknüpft, in Fig. 9b dagegen mit einem kompensatorischen  $\gamma$ -Operator.

Zur endgültigen Bestimmung der Terme der Ausgangsgröße wird die Plausibilität der Meßwerte berücksichtigt. Hierzu wird das Minimum der Werte für PE und PD gebildet und einer linguistischen Variable P zugewiesen.

Unterschreitet der Wert für P eine Schwelle  $P_0$ , so nimmt die Ausgangsgröße den Wert undefiniert an. Im anderen Fall behält die Ausgangsgröße den über die Fuzzy-Logik-Regeln bestimmten Wert.

Vorzugsweise werden die Sendelichtintensitäten der Meßwertgeber 3, 3' so eingestellt, daß der Transmissionsgrad TE den Wert MG annimmt. Zur Einstellung des Wertes für TE dient die linguistische Variable Intensitätskorrektur.

Durch diese Maßnahme kann die Fehlerrate der Bogenkontrolle weiter verringert werden.

sor integriert ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Kontrolle von Bögen (2), die von einem Stapel vereinzelt in eine bogenverarbeitende Maschine eingezogen werden, wobei zur Kontrolle und zum Erkennen von Inhomogenitäten der Bögen (2) an der bogenverarbeitenden Maschine durch optische Messung der Bögen (2) erzeugte Meßwerte verwendet werden, wobei als Meßwerte die Bögen (2) durchdringende Lichtmengen dienen und die Auswertung der Meßwerte mit einem Fuzzy-Logik-Modell erfolgt, wobei die Meßwerte linguistische Variable des Fuzzy-Logik-Modells bilden. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei durch die Anwendung von Fuzzy-Logik-Regeln auf die linguistischen Variablen für die Meßwerte eine Klassifizierung in Einfach- und Mehrfachbogensignale erfolgt. 20
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, wobei durch die Anwendung von Fuzzy-Logik-Regeln auf die linguistischen Variablen für die Meßwerte deren Streuung aufgrund von Inhomogenitäten der Bögen (2) erfaßt und bewertet wird. 25
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1-3, wobei durch Anwendung von Fuzzy-Logik-Regeln die Klassifizierung in Einfach- und Mehrfachbogensignale in Abhängigkeit der Inhomogenität der Bögen (2) erfolgt.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1-4, wobei die Bewertung der Meßwerte in Abhängigkeit der von Empfängern (5, 5') registrierten Lichtintensitäten erfolgt. 30
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei die Bögen (2) von einem Stapel vereinzelt in eine bogenverarbeitende Maschine eingezogen werden und zur Kontrolle und zum Erkennen von Inhomogenitäten der Bögen (2) an der bogenverarbeitenden Maschine mehrere auf die Bögen (2) gerichtete optische Meßwertgeber angeordnet sind, wobei die von den Meßwertgebern (3, 3') entsprechend dem die Bögen (2) durchdringenden Lichtmengen generierten Meßwerte zur Bewertung einer Fuzzy-Logik-Einheit (6) zugeführt werden. 35
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die bogenverarbeitende Maschine als Rotationsdruckmaschine ausgebildet ist, wobei die Bögen (2) auf einem Anlegestisch (1) in Schuppenformation an die Rotationsdruckmaschine herangeführt werden. 45
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Meßwertgeber (3, 3') als aus jeweils einem Sender (4, 4') und einem Empfänger (5, 5') bestehende optische Sensoren ausgebildet sind und als Meßwert der die Bögen (2) durchdringende Teil des Sendelichts dient. 50
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Sendedichtintensitäten der Meßwertgeber (3, 3') über Fuzzy-Logik-Regeln einstellbar sind. 55
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6-9, wobei jeweils drei Meßwertgeber (3, 3') entlang einer Geraden quer zur Bewegungsrichtung der Bögen (2) angeordnet sind, wobei bei fehlerfreiem Betrieb der bogenverarbeitenden Maschine die ersten drei entlang einer Geraden angeordneten Meßwertgeber (3) auf einen Einfachbogen und die restlichen drei Meßwertgeber (3') entlang einer zweiten Geraden angeordnet und auf einen Doppelbogen gerichtet sind. 60
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6-10, wobei die Fuzzy-Logik-Einheit (6) in einem Mikroprozes- 65

**- Leerseite -**

Fig. 2

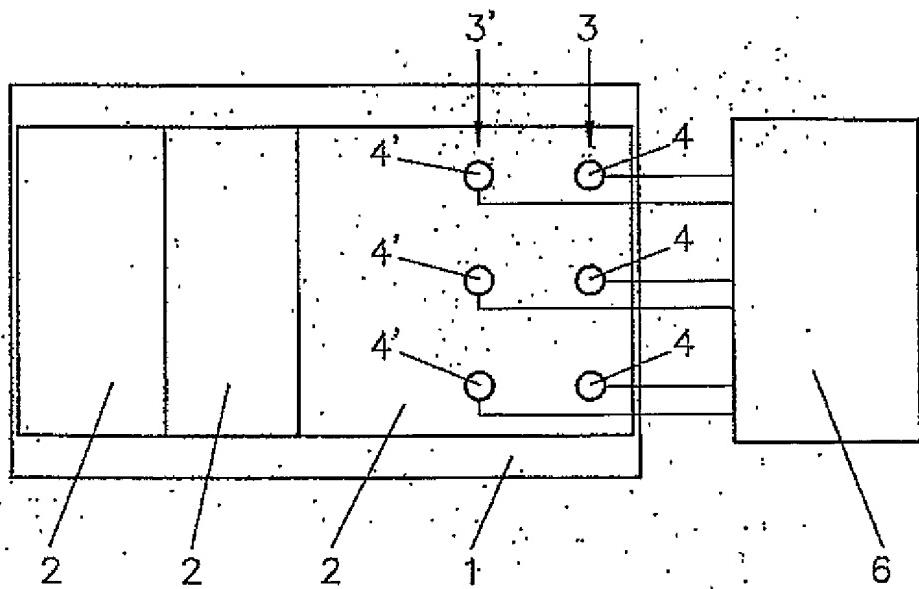
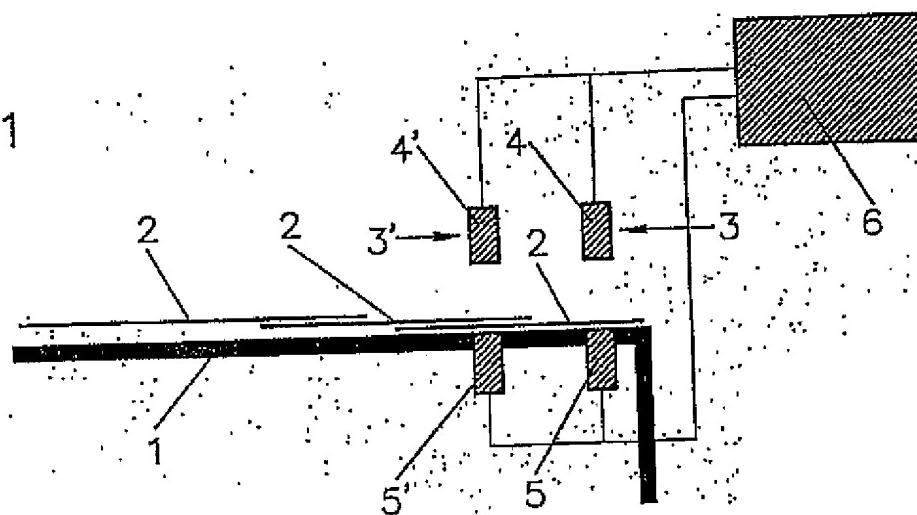


Fig. 1



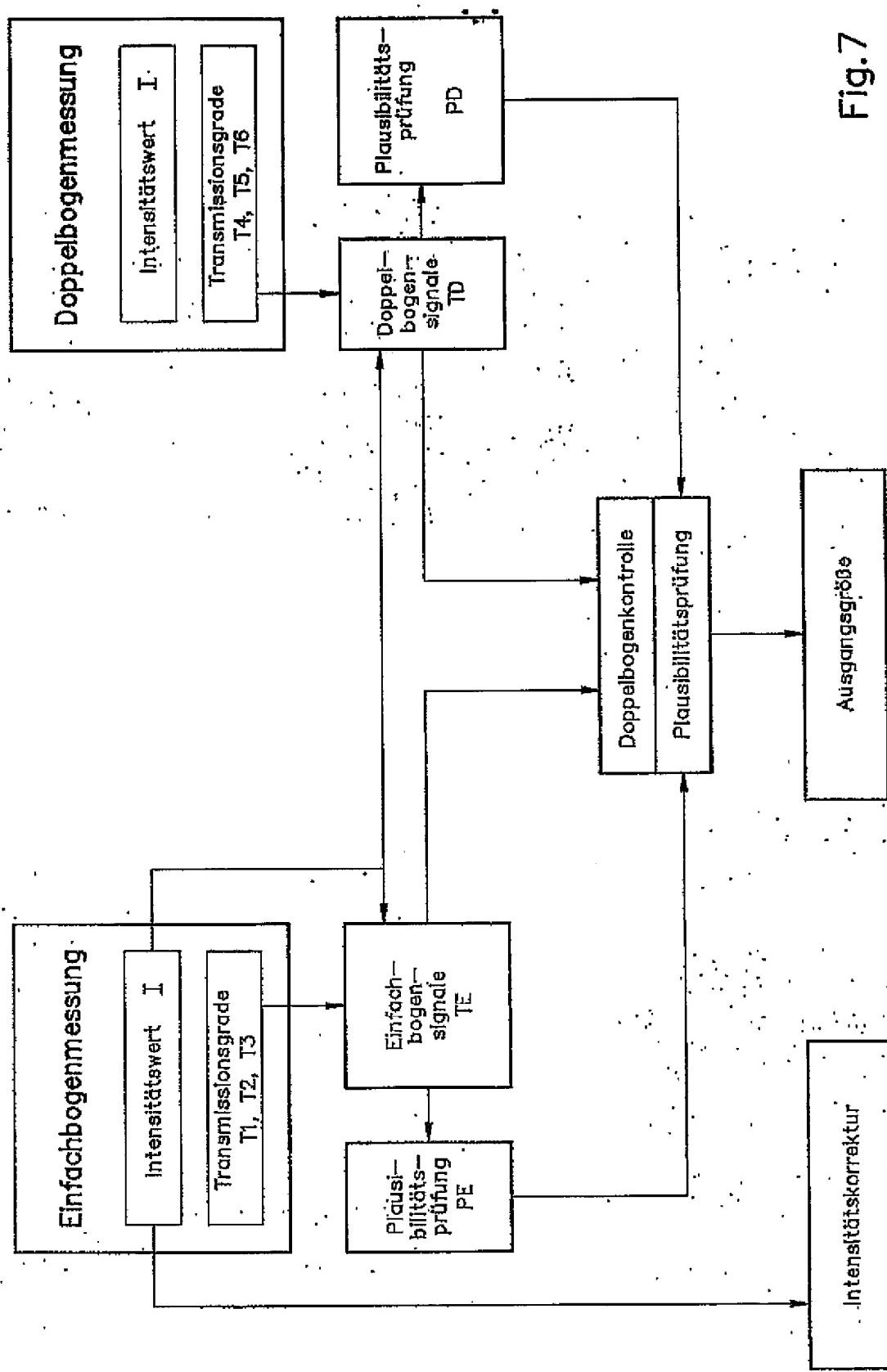


Fig. 7

Fig. 9

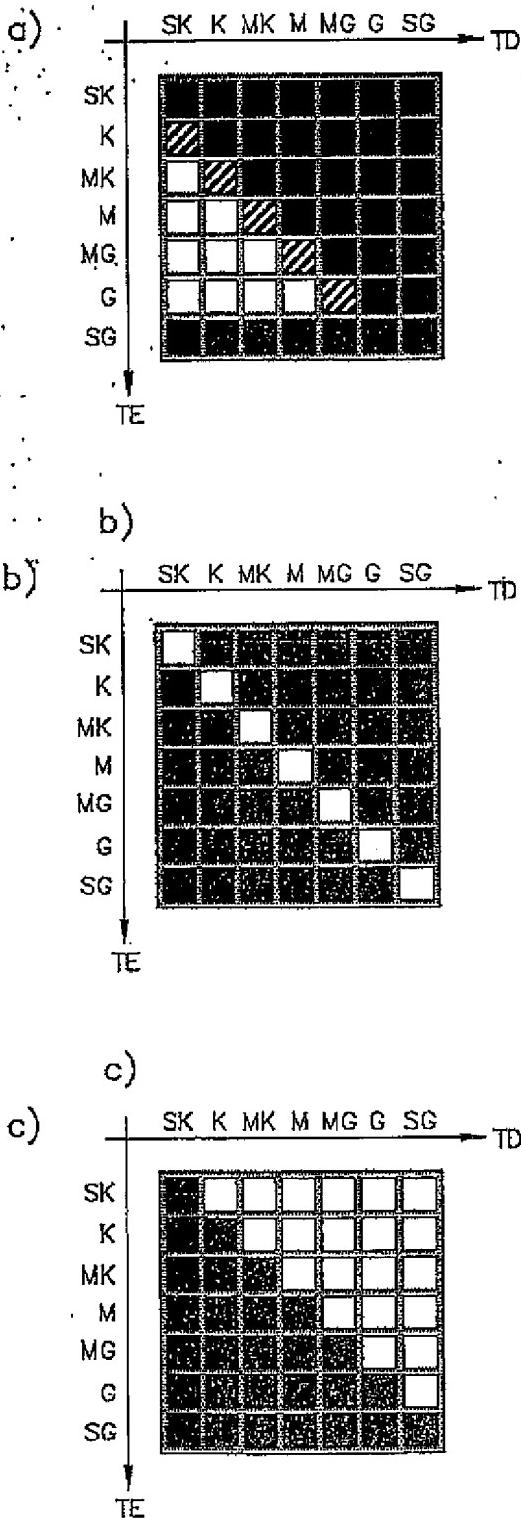
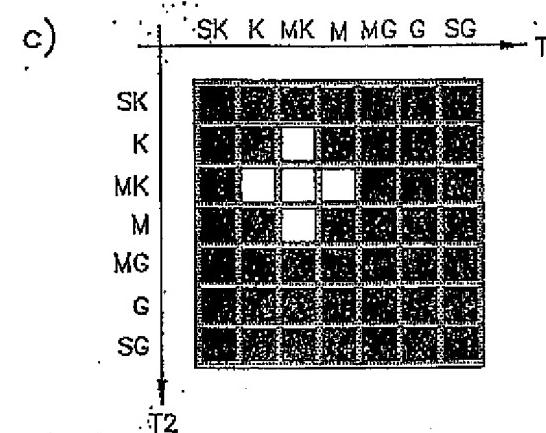
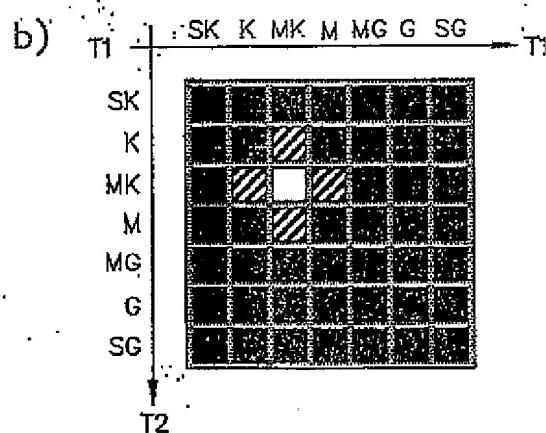
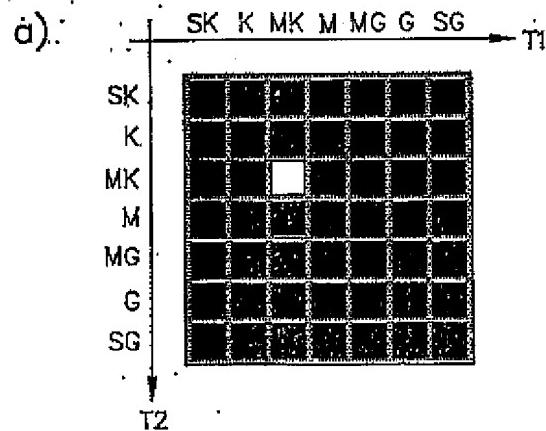


Fig.8



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kontrolle von Bögen, die von einem Stapel vereinzelt in eine bogenverarbeitende Maschine eingezogen werden, wobei zur Kontrolle der Bögen an der bogenverarbeitenden Maschine ein oder mehrere auf die Bögen gerichtete Meßwertgeber angeordnet sind.

Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE-PS 30 15 297 bekannt, wobei die bogenverarbeitende Maschine als Rotationsdruckmaschine zum Bedrucken von Papierbögen ausgebildet ist. Die Bögen werden auf einem Anlegetisch in Schuppenformation an die Rotationsdruckmaschine herangeführt. Voraussetzung für einen fehlerfreien Betrieb ist, daß die Bögen jeweils einzeln in die Rotationsdruckmaschine eingeführt werden.

Die hierfür erforderliche Kontrollfunktion des Meßwertgebers besteht im wesentlichen in der Erkennung von Einfach- und Doppelbögen. Hierfür ist der Meßwertgeber als binärer Sensor mit variabler Schaltpunkteinstellung ausgebildet. Die Schaltpunkteinstellung definiert eine Ansprechschwelle, die den Meßbereich des Meßwertgebers in zwei Teilbereiche aufteilt, wobei die von einem Einfachbogen empfängene Meßwerte in einem Teilbereich und die von einem Doppelbogen empfangenen Signale im anderen Teilbereich liegen.

Nachteilig bei dieser Anordnung ist, daß für verschiedene Papiersorten die Ansprechschwelle nachjustiert werden muß. Dies geschieht üblicherweise manuell und ist mit oftmals erheblichen Justierarbeiten verbunden, die nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden können. Doch selbst nach erfolgter Justage sind häufig weitere Korrekturen der Schaltpunkteinstellung durchzuführen.

Der Grund hierfür liegt in der Inhomogenität der Papierbögen. Bereits bedruckte Bögen weisen aufgrund der Aufdrucke stark schwankende Oberflächeneigenschaften auf. Zudem kann die Dichte der Bögen selbst sehr stark variieren. Diese Inhomogenitäten führen zu starken Schwankungen in den Meßwerten, so daß eine Unterscheidung von Doppelbögen und Einfachbögen nur noch mit großen Fehlerraten durchgeführt werden kann. Im Extremfall kann für bestimmte Sorten von Bögen eine Doppelbogenkontrolle dieser Art überhaupt nicht mehr durchgeführt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei Vorrichtungen der eingangs genannten Art eine fehlerfreie Kontrolle der Bögen für ein möglichst breites Spektrum von verschiedenen Bogenmaterialien und Bogenbeschaffenheiten zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß dadurch gelöst, daß die von den Meßwertgebern generierten Meßwerte zur Bewertung einer Fuzzy-Logik-Einheit zugeführt werden.

Der wesentliche Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß durch die Verwendung der Fuzzy-Logik-Einheit das eingangs beschriebene Konzept einer Ansprechschwelle für die Meßwertgeber aufgegeben werden kann. Die durch die Inhomogenitäten verursachten Unsicherheiten der Meßwerte können mit der Fuzzy-Logik-Einheit systematisch erfaßt werden.

In einer vorteilhaften, an die Auswertung mit der Fuzzy-Logik-Einheit angepaßten Ausführungsform ist die bogenverarbeitende Maschine als Rotationsdruckmaschine ausgebildet ist, wobei die Bögen auf einem Anlegetisch in Schuppenformation an die Rotationsdruckmaschine herangeführt werden. Dabei sind die Meßwertgeber als aus jeweils einem Sender und einem Emp-

fänger bestehende optische Sensoren ausgebildet. Als Meßwert dient der die Bögen durchdringende Teil des Sendelichts. Zweckmäßigerverweise sind jeweils drei Meßwertgeber entlang einer Geraden quer zur Bewegungsrichtung der Bögen angeordnet, wobei bei fehlerfreiem Betrieb der bogenverarbeitenden Maschine die ersten drei entlang einer Geraden angeordneten Meßwertgeber auf einen Einfachbogen und die restlichen drei Meßwertgeber entlang einer zweiten Geraden angeordnet und auf einen Doppelbogen gerichtet sind.

Durch diese Anordnung können die Signale für Einfach- bzw. Doppelbögen mit jeweils drei Meßwertgebern erfaßt und separat ausgewertet werden. Dadurch können die für die Bogenkontrolle relevanten Materialparameter, insbesondere Inhomogenitäten von Bögen, die aufgrund verschiedener Aufdrucke oder aufgrund von Dichteschwankungen auftreten, sowie die Differenzen der Meßwerte für Einfach- und Doppelbögen, erfaßt und der Fuzzy-Logik-Einheit zugeführt werden.

Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn auf der Rotationsdruckmaschine eine Vielzahl verschiedenartiger Bögen verarbeitet werden soll. In diesem Fall ist die Beschaffung zuverlässiger Modellparameter sehr zeitaufwendig und erfordert ein fundiertes Wissen über die Materialeigenschaften der Bögen. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß zeitaufwendige Einstell- bzw. Justagearbeiten an der bogenverarbeitenden Maschine entfallen.

Zweckmäßigerverweise ist die Fuzzy-Logik-Einheit in einem Mikroprozessor integriert und mit der Steuereinheit der Rotationsdruckmaschine verbunden, so daß die in der Fuzzy-Logik-Einheit berechnenden Ergebnisse für die Steuerung der Rotationsdruckmaschine verwendet werden können.

Aufgrund der Inhomogenitäten der Bögen weisen die Meßwerte der sechs Meßwertgeber eine gewisse Streubreite auf. Daher führt die Definition einer festen Ansprechschwelle, mittels derer Meßwerte beispielsweise in Einfach- und Doppelbogensignale klassifiziert werden, oftmals zu hohen Fehlerraten.

Beim erfahrungsgemäß Verfahren werden daher die Meßwerte ohne Einführung einer Ansprechschwelle im Rahmen eines Fuzzy-Logik-Modells ausgewertet. Dabei gehen die Meßwerte als linguistische Variablen in das Fuzzy-Logik-Modell ein. Der Unsicherheit der Meßwerte wird dadurch Rechnung getragen, daß den linguistischen Variablen ein Unschärfegrad, der über Zugehörigkeitsgrade für die Terme der linguistischen Variablen definiert wird, zugeordnet wird.

Die linguistischen Variablen für die Meßwerte werden über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft. Das Ergebnis dieser Regeln besteht in einer Klassifizierung der Meßwerte in Einfach- und Mehrfachbogensignale, wobei vorteilhafterweise die Streuung der Meßwerte aufgrund der Bogeninhomogenitäten durch geeignete Definition der linguistischen Variablen und der Fuzzy-Logik-Regeln berücksichtigt wird. Zudem werden die Fuzzy-Logik-Regeln in Abhängigkeit der Absolutwerte der von den Empfängern erfaßten Lichtintensitäten definiert.

Vorteilhafterweise sind die Sendelichtintensitäten der Meßwertgeber über Fuzzy-Logik-Regeln einstellbar. Durch die Optimierung der Sendelichtintensitäten kann die Qualität der Bogenkontrolle weiter verbessert werden.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert:

Fig. 1 Ein Anlegetisch einer Rotationsdruckmaschine

im Längsschnitt,

Fig. 2 ein Anlegetisch einer Rotationsdruckmaschine in der Draufsicht,

Fig. 3 Zugehörigkeitsgrade für die linguistische Variable Transmissionsgrad,

Fig. 4 Zugehörigkeitsgrade für die linguistische Variable Intensitätswert,

Fig. 5 Zugehörigkeitsgrade für die linguistische Variable Intensitätskorrektur,

Fig. 6 Zugehörigkeitsgrade für die Ausgangsgröße des Fuzzy-Logik-Modells,

Fig. 7 Blockschaltbild des Fuzzy-Logik-Modells,

Fig. 8 Gültigkeitsgrade der Fuzzy-Logik-Regeln, die die Transmissionsgrade T1 und T2 für zwei Meßwertgeber verbinden und auf den Wert MK der Variablen TE führen, bei großem (a), mittelgroßem (b), kleinem (c) Intensitätswert.

Fig. 9 Gültigkeitsgrad der Fuzzy-Logik-Regeln, die die Variablen TE und TD mit der Ausgangsgröße verbinden, mit

a) Ausgangsgröße = korrekt,

b) Ausgangsgröße = Fehler,

c) Ausgangsgröße = Fehler.

In Fig. 1 und 2 ist ein am Einlauf einer in den Zeichnungen nicht dargestellten Rotationsdruckmaschine angeordneter Anlegetisch 1 dargestellt. Bögen 2 verschiedener Qualität werden von Stapeln vereinzelt und in Schuppenformation über den Anlegetisch 1 in die Rotationsdruckmaschine eingezogen.

Um einen fehlerfreien Betrieb der Rotationsdruckmaschine zu gewährleisten, müssen die Bögen 2 einzeln vom Anlegetisch 1 abgezogen werden. Zur Kontrolle des Einzugs der Bögen 2 in die Rotationsdruckmaschine sind an dem Einlauf der Rotationsdruckmaschine zugewandten Ende des Anlegetisches 1 jeweils drei Meßwertgeber 3, 3' in einer Geraden quer zur Bewegungsrichtung der Bögen 2 angeordnet.

Dabei sind drei in einer Geraden angeordnete Meßwertgeber 3 in einem Bereich des Anlegetisches 1 angeordnet, in dem bei fehlerfreiem Betrieb der Rotationsdruckmaschine nur ein Bogen 2 auf dem Anlegetisch 1 aufliegt. Im folgenden wird die Meßwertaufnahme dieser Meßwertgeber 3 daher Einfachbogenmessung genannt. Entsprechend wird die Meßwertaufnahme mit den Meßwertgebern 3' Doppelbogenmessung genannt, da die Meßwertgeber 3' bei fehlerfreiem Betrieb auf einen Doppelbogen gerichtet sind.

Die Meßwertgeber 3 sind als optische Sensoren ausgebildet und bestehen jeweils aus einem oberhalb der Bögen 2 angeordneten Sondern 4, 4' und einem unterhalb der Bögen 2 angeordneten Empfängern 5, 5'. Mit dieser Anordnung wird das die Bögen 2 durchdringende Sendelicht erfaßt und in einer Fuzzy-Logik-Einheit 6 ausgewertet. Die Fuzzy-Logik-Einheit 6 ist vorzugsweise in einem Mikroprozessor integriert und Bestandteil der Steuerung der Rotationsdruckmaschine.

Der Abzug eines Doppelbogens vom Anlegetisch 1 wird von der Fuzzy-Logik-Einheit 6 als Fehler erkannt und an die Steuerung der Rotationsdruckmaschine als Fehlermeldung weitergegeben, so daß diese gegebenenfalls angehalten werden kann.

Die Auswertung der Meßwerte erfolgt mit Hilfe eines Fuzzy-Logik-Modells. Die linguistischen Variablen des Fuzzy-Logik-Modells sind im wesentlichen die von den Meßwertgebern 3, 3' erfaßten Meßwerte. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Meßwerte in Absolutgrößen

und normierte Größen zu unterteilen.

Als Absolutgröße geht der Intensitätswert I, der als Mittelwert der von den drei Empfängern 5 der Meßwertgeber 3 für die Einfachbogenmessung erfaßten Lichtintensitäten definiert ist, in das Fuzzy-Logik-Modell ein.

Die von den Empfängern 5, 5' erfaßten Lichtintensitäten werden jeweils auf den Intensitätswert I normiert und gehen als Transmissionsgrade T1 - T6 in das Fuzzy-Logik-Modell ein.

Die Transmissionsgrade spiegeln die lokalen Lichtabsorptionseigenschaften der Bögen 2 wieder, während der Intensitätswert eine integrale Größe darstellt, der im wesentlichen Informationen über die mittlere Dicke der Bögen 2 enthält.

Die Wertebereiche der linguistischen Variablen werden jeweils in mehrere Terme unterteilt. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, für die linguistische Variable Transmissionsgrad, wie in Fig. 3 dargestellt, sieben Terme zu definieren: SK (sehr klein), K (klein), MK (klein bis mittelgroß), M (mittelgroß), MG (mittelgroß bis groß), G (groß) und SG (sehr groß). Der Wertebereich der Variablen Intensitätswert (Fig. 4) ist in die Terme K (klein), M (mittelgroß), G (groß) unterteilt.

Zur Korrektur der Sendelichtintensitäten der Meßwertgeber 3, 3' dient die linguistische Variable Intensitätskorrektur. Sie weist dieselben Terme wie die Variable Intensitätswert auf (Fig. 5).

Das Fuzzy-Logik-Modell soll eine Unterscheidung ermöglichen, ob Einfach- und Mehrfachbögen vom Anlegetisch 1 abgezogen werden. Zweckmäßigerweise weist demnach die in Fig. 6 dargestellte Ausgangsgröße des Fuzzy-Logik-Modells die Terme korrekt und Fehler auf. Dabei sind in dem Term Fehler die Fälle eines Abzugs von Mehrfachbögen in beliebiger Vielfachheit vom Anlegetisch 1 enthalten. Dies wird insbesondere dadurch gewährleistet, daß der Wertebereich des Terms SK der Transmissionsgrade auch den Wert "0" einschließt. Dadurch ist dann der Fall, wenn an den Empfängern 5 kein Sendelicht erfaßt wird, die Schichtdicke der Bögen 2 demnach entsprechend groß ist.

Des Weiteren soll das Fuzzy-Logik-Modell eine Bewertungsmöglichkeit liefern, ob aufgrund der Streuungen der Meßwerte eine fehlerfreie Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbögen prinzipiell möglich ist, d. h. ob die Meßwerte plausibel sind. Hierfür ist bei der Ausgangsgröße der Term undefiniert vorgesehen.

Die Werte der linguistischen Variablen sind mit einem Unschärfegrad versehen, der über Zugehörigkeitsgrade als Modellparameter in das Fuzzy-Logik-Modell eingeht. Für jeden Term der linguistischen Variablen ist ein derartiger Zugehörigkeitsgrad definiert, wie aus Fig. 3-6 ersichtlich ist. Über die Zugehörigkeitsgrade erfolgt eine Zuordnung der von den Meßwertgebern 3, 3' erfaßten Meßwerte zu einem oder mehreren der Terme der linguistischen Variablen Transmissionsgrad bzw. Intensitätswert.

In Fig. 7 ist das Fuzzy-Logik-Modell für die Bogenkontrolle schematisch dargestellt. In der ersten Stufe des Fuzzy-Logik-Modells werden die Transmissionsgrade T1, T2, T3, die von den Meßwertgebern 3 der Einfachbogenmessung erfaßt werden, getrennt von den Transmissionsgraden T4, T5, T6 für die Doppelbogenmessung ausgewertet.

Die Auswertung erfolgt in Abhängigkeit des Intensitätswertes I.

In Fig. 8 sind die bei der Auswertung der Einfachbogenmessung verwendeten Fuzzy-Logik-Regeln aufge-

führt. Jede Fuzzy-Logik-Regel weist jeweils eine Vorbedingung für die Variablen T1 und T2 sowie eine Vorbedingung für den Intensitätswert I auf.

Die Vorbedingungen für T1, T2 und I werden mit einem Fuzzy-Logik-Operator verknüpft. Zweckmäßigerweise wird der Minimum-Operator verwendet, was im wesentlichen einer logischen UND-Verknüpfung entspricht. Diese Operation führt als Schlußfolgerung auf eine linguistische Variable TE, die zweckmäßigerverweise ebenso wie die Transmissionsgrade T1, T2 und T2 die in Fig. 3 dargestellte Termstruktur aufweist und als Zwischenergebnis den Transmissionsgrad der Einfachbogenmessung bildet.

Beispielsweise führt in Fig. 8a die Verknüpfung der Vorbedingungen,  
WENN T1 = MK,  
WENN T2 = MK,  
WENN I = G,  
mit dem Minimum-Operator zum Wert MK der Variablen TE.

Entsprechend den Zugehörigkeitsgraden der linguistischen Variablen T1, T2 und I ergibt sich bei Anwendung des Minimum-Operators ein bestimmter Grad der Erfülltheit der Vorbedingung.

Zur Bestimmung des Grades der Erfülltheit einer Schlußfolgerung wird eine Inferenz-Operation angewandt. Zweckmäßigerweise wird die Methode der MAX-PROD-Inferenz angewandt. Bei dieser Methode wird der Grad der Erfülltheit einer Schlußfolgerung als Produkt des Grades der Erfülltheit der Vorbedingungen und des Termes der linguistischen Variablen der Schlußfolgerung, im vorliegenden Fall für die Variablen TE, definiert.

Prinzipiell können alle Terme der Eingangsvariablen über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft werden. Nicht jede dieser Kombinationen führt jedoch zu einem plausiblen Endergebnis. Daher werden die Fuzzy-Logik-Regeln mit einem variablen Gültigkeitsgrad versehen. Vollkommen unplausible Regeln erhalten den Gültigkeitsgrad 0 und werden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Diese Regeln sind in den Fig. 8 und 9 als schwarze Felder gekennzeichnet.

Vollkommen plausible Regeln erhalten den Gültigkeitsgrad 1 und sind als weiße Felder gekennzeichnet. Der Gültigkeitsgrad kann zwischen den Werten 0 und 1 jeden beliebigen Wert annehmen. Je nach Gültigkeitsgrad sind die entsprechenden Felder und Fig. 8 und 9 mit einer schwarz-weißen Schraffur gekennzeichnet.

Über den variablen Gültigkeitsgrad der Fuzzy-Logik-Regeln werden die Streuungen der Meßwerte aufgrund der Inhomogenitäten der Bögen 2 erfaßt. In den Fig. 8a-c sind alle voll gültigen Fuzzy-Logik-Regeln, die auf den Term MK der Variablen TE führen, weiß dargestellt. Für einen großen Intensitätswert I (Fig. 8a) ist dies nur dann der Fall, wenn beide Transmissionsgrade T1 und T2 den Wert MK aufweisen.

Dagegen führen bei mittlerem (Fig. 8b) bzw. kleinem (Fig. 8c) Intensitätswert I auch Kombinationen der Werte MK und K, MK und M der Variablen T1 und T2 zu teilweise gültigen (Fig. 8b) bzw. gültigen (Fig. 8c) Fuzzy-Logik-Regeln für den Wert MK und T2.

Im Ergebnis nimmt die Zahl der gültigen Regeln sowie der Grad deren Gültigkeit mit abnehmendem Intensitätswert I zu. Damit wird berücksichtigt, daß für die im vorliegenden Modell berücksichtigten Bogenmaterialien die Inhomogenitäten der Bögen 2 mit zunehmender Dicke zunehmen, die Messungen der Transmissionsgrade demzufolge mit einer größeren Unsicherheit beha-

tet sind.

Der Grad der Gültigkeit der Fuzzy-Logik-Regeln bestimmt auch die Zugehörigkeitsgrade der Terme der Variablen TE. Demzufolge kann aus deren Zugehörigkeitsgrade der Grad der Plausibilität der Ergebnisse der Fuzzy-Logik-Regeln bestimmt werden. Je größer der Zugehörigkeitsgrad der Terme von TE, desto plausibler sind die Fuzzy-Logik-Regeln. Als Kenngröße dieser Plausibilitätsprüfung wird die linguistische Variable PE verwendet.

Die Variable PE weist lediglich einen Term auf, dem das Minimum der Zugehörigkeitsgrade der Terme von TE zugewiesen wird.

Die Auswertung der Doppelbogenmessung erfolgt auf dieselbe Weise wie die Auswertung der Einfachbogenmessung. Lediglich die Gültigkeitsgrade der Fuzzy-Logik-Regeln sind an die kleineren Werte der Transmission T4, T5, T6 angepaßt. Die Zwischenergebnisse bilden die linguistischen Variablen TD und PD in Analogie zu TE und PE.

In der zweiten Stufe der Auswertung wird die Doppelbogenkontrolle durchgeführt, d. h. es wird untersucht, ob an dem der Rotationsdruckmaschine zugewandten Ende des Anlegestisches 1 ein Doppelbogen aufliegt. Hierzu werden die Variablen PE, TE, PD und TD über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft.

Zunächst werden die Variablen TE und TD der Einfach- und Doppelbogenmessung mit der Ausgangsgröße über Fuzzy-Logik-Regeln verknüpft. Die Terme "korrekt" und "Fehler" der Ausgangsgröße unterscheiden, ob ein Einfach- oder ein Mehrfachbogen vom Anlegestisch 1 abgezogen wird.

Wird bei fehlerfreiem Betrieb der Rotationsdruckmaschine nur ein Einfachbogen vom Anlegestisch abgezogen, so muß von den Meßwertgebern 3 der Einfachbogenmessung ein Einfachbogen und von den Meßwertgebern 3' der Doppelbogenmessung ein Doppelbogen erfaßt werden. Dies bedeutet, daß die Werte für TE größer als die Werte TD sein müssen, um bei der Ausgangsgröße den Wert "korrekt" zu erhalten. Dies ist in Fig. 9a dargestellt. Ist dagegen TE kleiner als TD, so liegt mit Sicherheit ein Fehler vor (Fig. 9c). In Fig. 9a weisen die Fuzzy-Logik-Regeln einen variablen Gültigkeitsgrad auf. Eine Regel ist dann voll gültig, wenn TE deutlich größer als TD ist.

Ist jedoch TE nur geringfügig größer als TD, so ist die entsprechende Regel nur teilweise gültig, da in diesem Fall die Unterschiede von TE und TD auf Meßwertschwankungen beruhen können.

In Fig. 9b ist der Fall aufgeführt, daß TE und TD dieselben Werte aufweisen. Mit großer Wahrscheinlichkeit liegt demzufolge sowohl bei der Einfach- als auch bei der Doppelbogenmessung ein Doppelbogen vor. Dies führt auf den Ausgangszustand Fehler.

Zweckmäßigerweise werden die Vorbedingungen für TE und TD in Fig. 9a und 9c mit dem Minimum-Operator verknüpft, in Fig. 9b dagegen mit einem kompensatorischen y-Operator.

Zur endgültigen Bestimmung der Terme der Ausgangsgröße wird die Plausibilität der Meßwerte berücksichtigt. Hierzu wird das Minimum der Werte für PE und PD gebildet und einer linguistischen Variable P zugewiesen.

Unterschreitet der Wert für P eine Schwellen  $P_0$ , so nimmt die Ausgangsgröße den Wert undefiniert an. Im anderen Fall behält die Ausgangsgröße den über die Fuzzy-Logik-Regeln bestimmten Wert.

Vorzugsweise werden die Sendelichtintensitäten der

Meßwertgeber 3, 3' so eingestellt, daß der Transmissionsgrad TE den Wert MG annimmt. Zur Einstellung des Wertes für TE dient die linguistische Variable Intensitätskorrektur. Durch diese Maßnahme kann die Fehlerrate der Bogenkontrolle weiter verringert werden.

gern (5, 5') registrierten Lichtintensitäten erfolgt.  
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6—10, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendelichtintensitäten der Meßwertgeber (3, 3') über Fuzzy-Logik-Regeln einstellbar sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kontrolle von Bögen, die von einem Stapel vereinzelt in eine bogenverarbeitende Maschine eingezogen werden, wobei zur Kontrolle der Bögen an der bogenverarbeitenden Maschine ein oder mehrere auf die Bögen gerichtete Meßwertgeber angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Meßwertgebern (3, 3') generierten Meßwerte zur Bewertung einer Fuzzy-Logik-Einheit (6) zugeführt werden. 10
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die bogenverarbeitende Maschine als Rotationsdruckmaschine ausgebildet ist, wobei die Bögen (2) auf einem Anlegetisch (1) in Schuppenform an die Rotationsdruckmaschine herangeführt werden. 20
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertgeber (3, 3') als aus jeweils einem Sender (4, 4') und einem Empfänger (5, 5') bestehende optische Sensoren ausgebildet sind und als Meßwert der die Bögen (2) durchdringende Teil des Sendelichts dient. 25
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils drei Meßwertgeber (3, 3') entlang einer Geraden quer zur Bewegungsrichtung der Bögen (2) angeordnet sind, wobei bei fehlerfreiem Betrieb der bogenverarbeitenden Maschine die ersten drei entlang einer Geraden angeordneten Meßwertgeber (3) auf einen Einfachbogen und die restlichen drei Meßwertgeber (3') entlang einer zweiten Geraden angeordnet und auf einen Doppelbogen gerichtet sind. 30
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fuzzy-Logik-Einheit (6) in einem Mikroprozessor integriert ist. 40
6. Verfahren zum Erkennen von Bögen in einer bogenverarbeitenden Maschine für die Vorrichtung nach Ansprüchen 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung der Meßwerte mit einem Fuzzy-Logik-Modell erfolgt, wobei die Meßwerte linguistische Variablen des Fuzzy-Logik-Modells bilden. 45
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Anwendung von Fuzzy-Logik-Regeln auf die linguistischen Variablen für die Meßwerte eine Klassifizierung in Einfach- und Mehrfachbogensignale erfolgt. 50
8. Verfahren nach Ansprüchen 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Anwendung von Fuzzy-Logik-Regeln auf die linguistischen Variablen für die Meßwerte deren Streuung aufgrund von Inhomogenitäten der Bögen (2) erfaßt und bewertet wird. 55
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6—8, dadurch gekennzeichnet, daß durch Anwendung von Fuzzy-Logik-Regeln die Klassifizierung in Einfach- und Mehrfachbogensignale in Abhängigkeit der Inhomogenität der Bögen (2) erfolgt. 60
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6—9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung der Meßwerte in Abhängigkeit der von den Empfän-

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

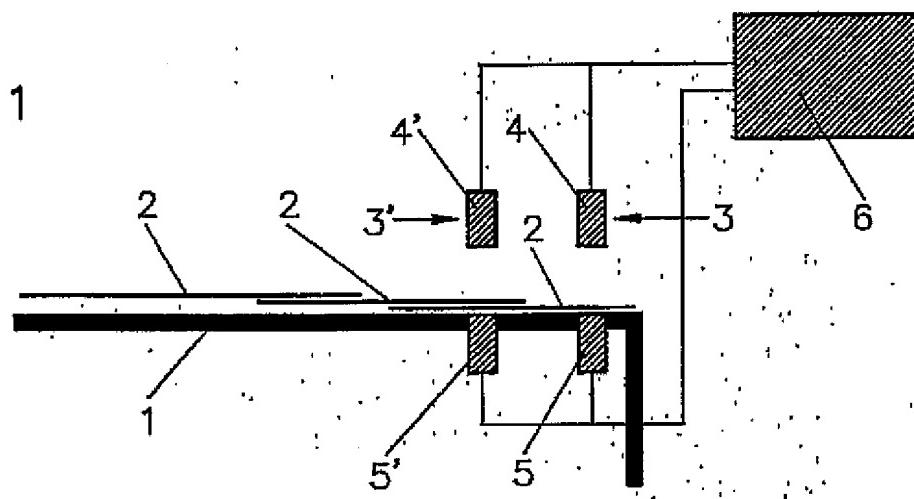
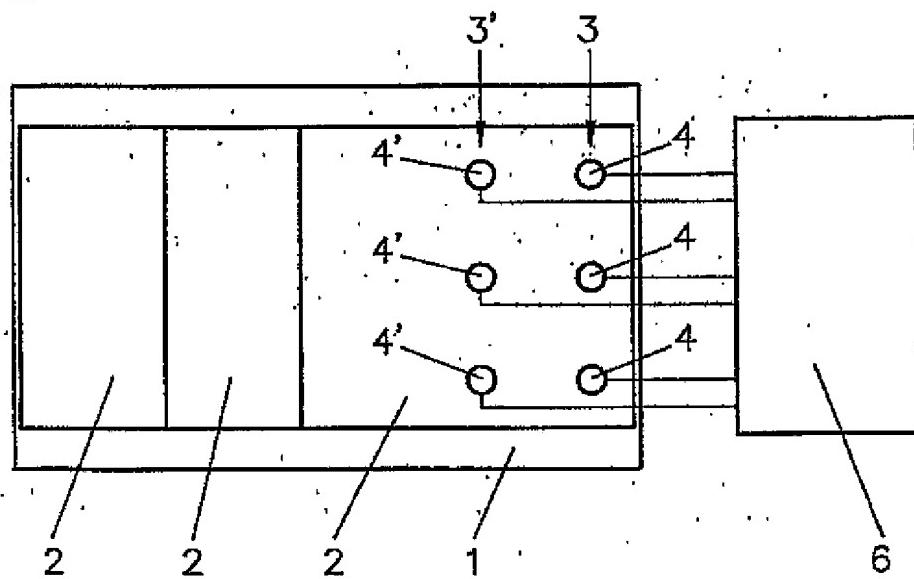


Fig. 2



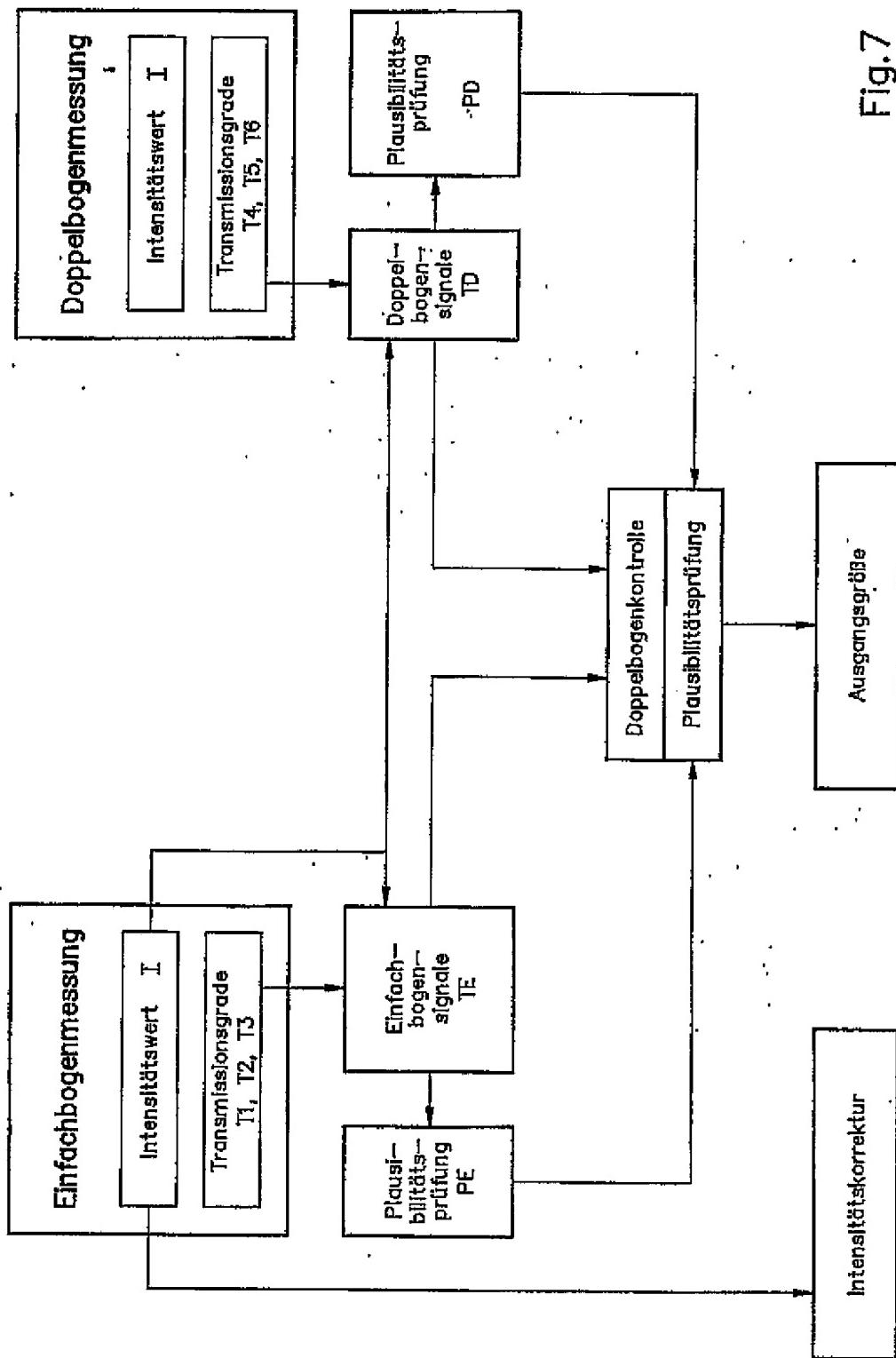


Fig. 7

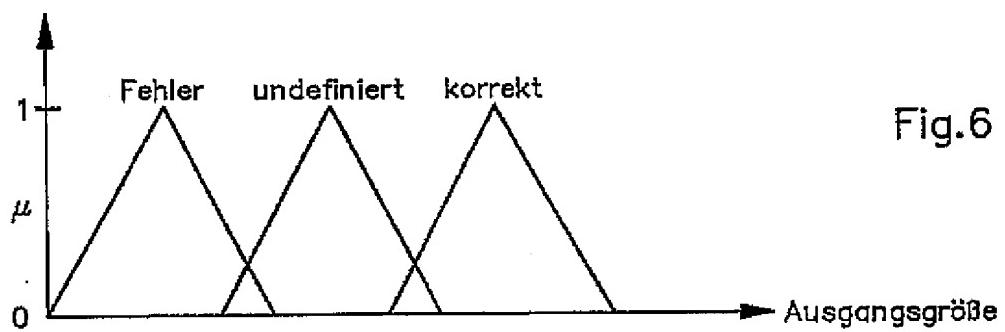
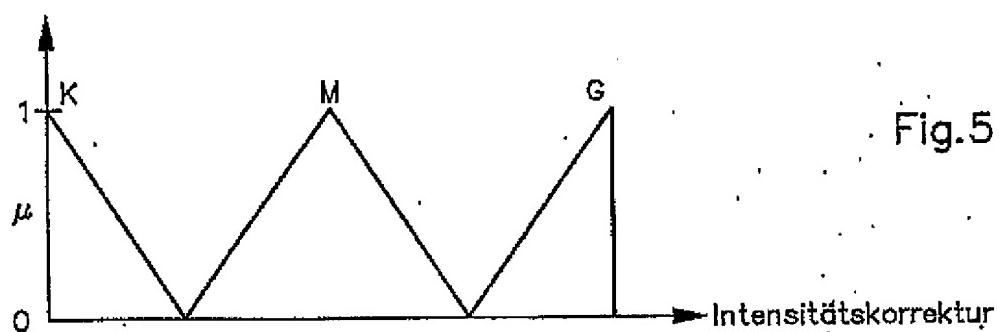
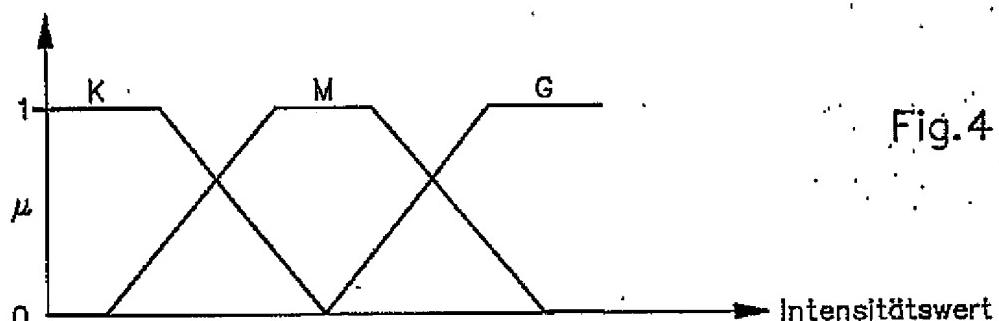
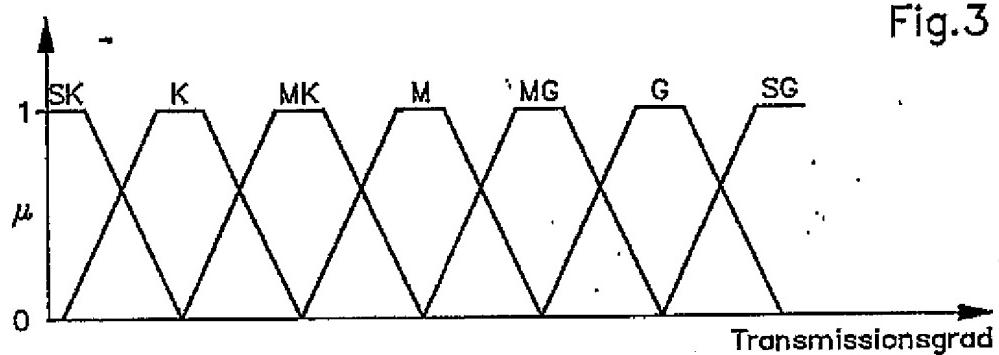


Fig. 9

